


Piston with special design form and piston ring fitting

Patent number: DE3428007
Publication date: 1986-02-06
Inventor: GENTSCHKEFF JORDAN DIPL ING (DE); WOJIK KARL DIPL ING (DE)
Applicant: MAN B & W DIESEL GMBH (DE)
Classification:
- International: **F16J9/00; F16J9/20; F16J9/00;** (IPC1-7): F02F5/00
- european: F16J9/00; F16J9/20
Application number: DE19843428007 19840728
Priority number(s): DE19843428007 19840728

Also published as:

 JP61040448 (A)
FR2568313 (A1)
FI852889 (A)
FI78769C (C)
FI78769B (B)

Report a data error here

Abstract of DE3428007

A special design form and compression ring fitting are described for a piston of an internal combustion engine driven by heavy fuel. An essential characteristic of this is that only the bottom compression ring towards the power unit compartment has a gas-tight joint, whilst all the other compression rings have a non gas-tight joint and a specific form. In addition the piston, in the area of its lands between two respective compression rings has different gaps between its respective outer surface and the bearing surface of the cylinder; as a result gas accommodating capacities are created, increasing from top to bottom.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3428007 A1**

⑤① Int. Cl. 4:
F02F 5/00

②① Aktenzeichen: P 34 28 007.3
②② Anmeldetag: 28. 7. 84
④③ Offenlegungstag: 6. 2. 86

DE 3428007 A1

⑦① Anmelder:
M.A.N.-B & W Diesel GmbH, 8900 Augsburg, DE

⑦② Erfinder:
Gentscheff, Jordan, Dipl.-Ing.; Wojik, Karl,
Dipl.-Ing., 8900 Augsburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Kolben mit spezieller Formgebung und Kolbenringbestückung**

Für einen Kolben einer schwerölbetriebenen Brennkraftmaschine werden eine spezielle Formgebung und Kompressionsringbestückung angegeben. Wesentliches Merkmal dabei ist, daß nur der zum Triebwerksraum hin unterste Kompressionsring einen gasdichten Stoß aufweist, während alle anderen Kompressionsringe einen nicht gasdichten Stoß und eine bestimmte Form aufweisen. Außerdem weist der Kolben im Bereich seiner zwischen jeweils zwei Kompressionsringen gegebenen Stege unterschiedliche Abstände zwischen deren jeweiliger Außenfläche und der Zylinderlauffläche auf; hierdurch sind von oben nach unten zunehmend größere Gasaufnahmevolumina geschaffen.

DE 3428007 A1

Patentansprüche:

- 1 Kolben einer schwerölbetriebenen Brennkraftmaschine, mit wenigstens drei in Ringnuten eingesetzten Kompressionsringen, gekennzeichnet durch eine spezielle Formgebung und Kolbenringbestückung, dergestalt, daß nur der zum Triebwerksraum hin unterste Kompressionsring (8) einen gasdichten Stoß besitzt und ansonsten durch einen Minutenring mit kleiner Außenfase (19) und einen Minutenwinkel α von $0,5^\circ$ bis 2° gebildet ist, während
- der brennraumnächste Kompressionsring (6) eine asymmetrisch winklig oder ballige Lauffläche (20) mit abgerundetem Übergang (21) zur Ringunterflanke und einen nicht gasdichten Stoß aufweist, und
 - der zum Triebwerksraum hin vorletzte Kompressionsring (10) durch einen Minutenring gebildet ist, der einen nicht gasdichten Stoß, einen Minutenwinkel β von $0,5^\circ$ bis 2° und außerdem einen kurzen zylindrischen Laufflächenabschnitt (22) aufweist, an den sich unten eine Außenfase (23) oder eine Hohlkehle (24) mit einer bis zu 40% der Ringhöhe betragenden Höhe anschließt,
- daß ferner der Abstand X_1 , $X_{2/2}$ der Außenfläche (14 bzw. 18) eines zwischen dem obersten (6) und vorletzten Kompressionsring (10) befindlichen Steges (13 bzw. 17) zur Zylinderlauffläche (1) gleich dem oder geringfügig größer als der das Kolbenspiel vorgegebende Abstand X_0 zwischen Kolbenaußenseite (4) und Zylinderlauffläche (1) ist,
- daß außerdem der Abstand X_2 , $X_{2/1}$ der Außenfläche (16) des zwischen dem vorletzten (10) und untersten Kompressionsring (8) angeordneten Steges (15) und der Zylinderlauffläche (1) etwa dem zweifachen des Abstandes X_0 zwischen Kolbenaußenseite (4) und Zylinderlauffläche (1) entspricht,

- daß weiterhin sich an die den untersten Kompressionsring (8) aufnehmende Ringnut (7) unmittelbar eine am Kolben (3) umlaufende Aussparung (25) anschließt, deren Boden (26) um das Maß X_3 , das etwa dem 3- bis 4fachen des zwischen Kolbenaußenseite (4) und Zylinderlauffläche (1) gegebenen Abstand X_0 entspricht, von der Zylinderlauffläche (1) beabstandet ist, und,
- daß schließlich das zwischen dem vorletzten (10) und davor angeordneten Kompressionsring (6, 12) gegebene Gasaufnahmevervolumen V_2 bzw. $V_{2/1}$ etwa dem 2fachen des den obersten Kompressionsring (6) in dessen Ringnut (5) umgebenden Gasaufnahmevervolumen V_1 entspricht.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Außenfase (19) am untersten Kompressionsring (8) etwa 5 bis 30% der Ringhöhe beträgt.
3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der unterste Kompressionsring (8) ebenso wie der vorletzte (10) einen kurzen zylindrischen Laufflächenabschnitt (27) aufweist.
4. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehr als drei Kompressionsringen jeder zwischen dem obersten (6) und zum Triebwerksraum hin vorletzten (10) angeordnete Kompressionsring (12) einen nicht gasdichten Stoß und eine beliebig gestaltete Lauffläche (28) aufweist.
5. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlkehle (24), falls diese anstelle der Außenfase (23) vorgesehen ist, eine konkave Wandfläche aufweist oder aus rechtwinklig oder stumpfwinklig zueinanderstehenden Ringflächen besteht.

6. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
im Bereich der unterhalb des untersten Kompressions-
ringes (8) angeordneten Aussparung (25) in den Kol-
ben (3) eine Ringnut (29) eingedreht und in dieser
5 Ringnut ein an die Zylinderlauffläche (1) angedrück-
ter Ölabstreifring (30) eingesetzt ist.
7. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
das zwischen dem untersten (8) und vorletzten Kompres-
sionsring (10) gegebene Gasaufnahmevolumen V_3 gering-
fügig kleiner oder gleich oder geringfügig größer
10 dem den obersten Kompressionsring (6) in dessen
Ringnut (5) umgebenden Gasaufnahmevolumen V_1 ist.

PB 3288/1691

- A -

Kolben mit spezieller Formgebung und Kolbenringbestückung

Die Erfindung betrifft einen Kolben einer schwerölbetriebenen Brennkraftmaschine mit mindestens drei in Ringnuten sitzenden Kompressionsringen.

- 5 Die Erfindung geht aus von einem Kolben mit einer Kolbenringbestückung, bei der zumindest der brennraum nächste Kompressionsring einen gasdichten Stoß aufweist. Hierdurch soll verhindert werden, daß Verbrennungsgase aus dem Brennraum in den Triebwerksraum gelangen können.
- 10 Bei einem solchermaßen bestückten Kolben ist zwar das Gasdurchströmen weitestgehend unterbunden, die mechanische Belastung des gasdichten Kompressionsringes ist jedoch enorm hoch, weil an ihm praktisch immer der volle Zünddruck sowohl in radialer als auch in axialer Richtung wirksam wird.
- 15 Durch diese an einem solchen gasdichten Kompressionsring angreifenden Gaskräfte ist ein relativ hoher Verschleiß sowohl am Kolbenring als auch der Zylinderlauffläche zumindest im Bereich des oberen Kolbenumkehrpunktes nicht vermeidbar. Wenn der brennraum nächste Kompressionsring mit einem gasdichten Stoß versehen ist, sind die diesem in Richtung Triebwerksraum nachfolgenden Kompressionsringe praktisch druckentlastet bzw. nur schwach belastet, so daß diese im Betrieb zum sogenannten "Flattern" neigen, mit der Folge,
- 20 daß deren Funktion als Dicht- und Ölverbrauchsregulie-
- 25

5 rungsorgane nahezu vollständig verlorengelht. Bei schwer-
ölbetriebenen Brennkraftmaschinen tritt nun das Problem
auf, daß bei Verbrennung von in seiner Qualität vergleichs-
weise äußerst schlechtem Schweröl Rückstände, wie sogenannte
10 "catfines", carbonate und dgl. anfallen, die sich an der Zylinder-
lauffläche niederschlagen und im Betrieb sich mit dort befind-
lichem Schmieröl verbinden. Diese Rückstände werden im Falle
der Verwendung eines brennraum nächsten Kompressionsringes
mit gasdichtem Stoß von diesem beim Arbeitshub des Kol-
15 bens zusammen mit dem Schmieröl von der Zylinderlaufflä-
che abgezogen; eine relativ starke Verschmutzung des
Schmieröls ist daher kaum vermeidbar. Eine weitere Folge
davon ist, daß der Schmierölverbrauch der Brennkraft-
maschine nach oben geht, weil der mit solchen Rückstands-
20 partikeln durchsetzte Schmierölschlamm relativ oft durch
neues Schmieröl ersetzt werden muß.

Es ist daher Ziel und Aufgabe der Erfindung, einen Kolben zu
schaffen, durch dessen Form und Kolbenringbestückung es
25 gelingt, daß einerseits die gewünscht hohe Dichtwirkung
sichergestellt ist, andererseits im Arbeitshub des Kol-
bens der an der Zylinderlauffläche haftende Schmieröl-
film so abstreifbar ist, daß der Verschmutzungsgrad des
Schmieröles möglichst gering zu halten ist.

25 Diese Aufgabe ist bei einem Kolben der eingangs genann-
ten Art durch eine spezielle Ausbildung desselben und
besondere Kolbenringbestückung mit im Anspruch 1 angege-
benen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen
30 und Details dieser Lösung sind in den Unteransprüchen
gekennzeichnet.

Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind nachfolgend
anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungs-
35 beispiele derselben dargelegt. In der Zeichnung
zeigen:

Fig.1 einen Ausschnitt aus einem Kolben nach
der Erfindung mit drei Kompressions-
ringen,

5 Fig.2 einen Ausschnitt aus einem Kolben nach
der Erfindung mit vier Kompressions-
ringen.

10 In den Figuren sind gleiche bzw. einander entsprechende
Teile bzw. Details derselben mit gleichen Bezugszeichen
angezogen.

15 In den Figuren ist mit 1 eine Zylinderlauffläche an der
Innenseite eines Zylinders oder einer Zylinderbuchse 2
und mit 3 ein Kolben einer schwerölbetriebenen Zwei-Takt-
oder Vier-Takt-Brennkraftmaschine bezeichnet. Mit X_0 ist
in den Figuren zwischen Pfeilen der das Kolbenspiel vor-
gebende Abstand zwischen Kolbenaußenseite 4 und Zylind-
erlauffläche 1 bezeichnet. Mit 5 ist eine im Kolben 3
20 ausgebildete Ringnut und mit 6 ein oberster, also brenn-
raum nächster Kompressionsring bezeichnet. Mit 7 ist
eine ebenfalls im Kolben 3 ausgebildete Ringnut und mit
8 ein darin eingesetzter, zum Triebwerksraum hin unter-
ster Kompressionsring bezeichnet. Mit 9 ist eine eben-
25 falls im Kolben 3 ausgebildete Ringnut und mit 10 der
zum Triebwerksraum hin vorletzte Kompressionsring be-
zeichnet. Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig.1 bilden
die Kompressionsringe 6, 8, 10 die komplette Kompres-
sionsringbestückung, während beim Ausführungsbeispiel
30 gemäß Fig.2 zwischen dem obersten Kompressionsring 6
und dem vorletzten Kompressionsring 10 noch ein weiterer,
in einer Ringnut 11 eingesetzter Kompressionsring 12
vorhanden ist, also in diesem Fall die Kompressions-
ringbestückung des Kolbens aus vier Kompressionsringen
35 besteht. Die erfindungsgemäße Lösung ist jedoch nicht
auf eine Kompressionsringbestückung, bestehend aus drei
oder vier Kompressionsringen, beschränkt; die Erfindung

kann gleichermaßen auch bei mehr als vier Kompressionsringe aufweisenden Kolben realisiert sein.

In den Figuren ist weiterhin ein zwischen der Ringnut 5 für den obersten Kompressionsring 6 und der Ringnut 9 bzw. 11 für den zum Triebwerksraum hin nachfolgenden Kompressionsring 10 bzw. 12 am Kolben verbleibender Steg mit 13 und zwischen Pfeilen mit X_1 der Abstand zwischen der Außenseite 14 dieses Steges 13 und der Zylinderlauffläche 1 bezeichnet. Mit 15 ist ein zwischen der Ringnut 9 für den vorletzten Kompressionsring und der Ringnut 7 für den untersten Kolbenring am Kolben verbleibende Steg und mit X_2 , bzw. $X_{2/1}$ der Abstand zwischen der Außenfläche 16 des Steges 15 und der Zylinderlauffläche 1 gegeben. In Fig.2 ist beim dortigen Ausführungsbeispiel zwischen der Ringnut 11 und der Ringnut 9 ein Steg 17 am Kolben 3 gegeben, zwischen dessen Außenfläche 18 und der Zylinderlauffläche 1 ein mit $X_{2/2}$ bezeichneter und zwischen Pfeilen aufgenommener Abstand gegeben ist.

Der Kolben 3 weist erfindungsgemäß eine besondere Gestaltung und Kolbenringbestückung mit speziellen, nachfolgend beschriebenen Merkmalen auf.

Bei der erfindungsgemäßen Kolbenringbestückung besitzt nur der zum Triebwerksraum hin unterste Kompressionsring 8 einen gasdichten Stoß; außerdem ist dieser unterste Kompressionsring 8 durch einen, einen Minutenwinkel α von $0,5^\circ$ bis 2° aufweisenden Minutenring gebildet, der unten eine kleine Außenfase 19 aufweist. Der innerhalb der erfindungsgemäßen Kolbenringbestückung brennraum nächste Kompressionsring weist eine asymmetrisch winklig oder ballige Lauffläche 20 mit abgerundetem Übergang 21 zur Ringunterflanke und außerdem einen nicht gasdichten Stoß auf. Letzterer ist zwar nicht dargestellt aber in seiner Art an sich bekannt; es handelt sich dabei um

einen den Kolbenring radial durchdringenden Querschlitz, so daß die beiden Ringenden mit etwa planparallelen Flächen etwas beabstandet zueinander stehen.

5 Der innerhalb der erfindungsgemäßen Kolbenringbestückung zum Triebwerksraum hin vorletzte Kompressionsring 10 ist ebenfalls durch einen Minutenring gebildet, der auch einen nicht gasdichten Stoß, wie vorstehend erläutert, einen Minutenwinkel β von $0,5^\circ$ bis 2° und außerdem einen
10 kurzen zylindrischen Laufflächenabschnitt 22 aufweist, an den sich unten eine Außenfase 23 (wie im Fall des Beispiels gemäß Fig.1) oder eine Hohlkehle 24 (wie im Fall des Ausführungsbeispiels gemäß Fig.2 dargestellt) mit einer bis zu 40% der Ringhöhe betragenden Höhe
15 anschließt.

Entsprechend einem weiteren Kriterium der Erfindung sind die Abstände X_1 und $X_{2/2}$ der Außenfläche 14, 18 eines
20 zwischen dem obersten (6) und vorletzten Kompressionsring 10 befindlichen Steges 14, 17 zur Zylinderlauf-
fläche 1 gleich dem oder geringfügig größer als der das Kolbenspiel vorgebende Abstand X_0 zwischen Kolben-
außenseite 4 und Zylinderlaufläche 1. Außerdem ent-
sprechen die Abstände X_2 bzw. $X_{2/1}$ der Außenfläche des
25 zwischen dem vorletzten (10) und untersten Kompressionsring 8 angeordneten Steges 15 und der Zylinderlauf-
fläche 1 etwa dem 2fachen des Abstandes X_0 zwischen Kolbenaußenseite 4 und Zylinderlaufläche 1. Hierdurch
ergeben sich zwischen den einzelnen Kompressionsringen
30 von oben nach unten gesehen zunehmend größere wirk-
same Gasaufnahmevermögen V_2 , V_3 (im Falle des Beispiels gemäß Fig.1) bzw. $V_{2/2}$, $V_{2/1}$, V_3 (im Falle des Beispiels gemäß Fig.2).

35 Entsprechend einem weiteren Kriterium der Erfindung schließt sich an die den untersten Kompressionsring 8

aufnehmende Ringnut 7 unmittelbar eine am Kolben umlaufende Aussparung 25 an, deren Boden 26 um ein Maß X_3 , das etwa dem 3- bis 4fachen des zwischen Kolbenaußenseite 4 und Zylinderlauffläche 1 gegebenen Abstandes X_0 entspricht, von der Zylinderlauffläche beabstandet ist.

Entsprechend einem weiteren Kriterium der Erfindung besitzt das zwischen dem vorletzten Kompressionsring 10 und dem vorherigen Kompressionsring 6 bzw. 12 gegebene Gasaufnahmevolumen V_2 (im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß Fig.1) bzw. $V_{2/1}$ (im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß Fig.2) eine Größe, die etwa dem 2fachen der Größe jenes Volumens V_1 entspricht, das den brennraumnächsten Kompressionsring 6 in dessen Ringnut 5 umgibt.

Das zwischen dem vorletzten (10) und untersten Kompressionsring 8 gegebene Gasaufnahmevolumen V_3 kann geringfügig kleiner oder gleich oder geringfügig größer dem den obersten Kompressionsring 6 in dessen Ringnut 5 umgebenden Gasaufnahmevolumen V_1 sein. Das im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß Fig.2 zwischen dem obersten (6) und zweiten Kompressionsring 12 gegebene Gasaufnahmevolumen $V_{2/2}$ kann kleiner oder gleich dem Gasaufnahmevolumen $V_{2/1}$ sein.

Die gegenüber dem Abstand X_0 größeren Abstände X_2 und $X_{2/1}$ und $X_{2/2}$ und gegebenenfalls auch X_1 und auch die Aussparung 25 sind durch Abdrehungen des Kolbens 3 in diesem Bereich realisiert.

Die Höhe der Außenfase 19 am untersten Kompressionsring 8 beträgt 5 bis 30 % der Ringhöhe. Außerdem kann der unterste Kompressionsring 8 ebenso wie der vorletzte (10) einen kurzen zylindrischen Laufflächenabschnitt aufweisen; ein solcher Laufflächenabschnitt ist beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig.2 vorhanden und dort mit 27 bezeichnet.

- Wenn die Kolbenringbestückung an einem Kolben aus mehr als drei Kompressionsringen besteht, also beispielsweise wie im Beispiel gemäß Fig.2 gezeigt aus vier Kompressionsringen, weist generell jeder zwischen dem obersten (6) und zum Triebwerksraum hin vorletzten (10) angeordnete Kompressionsring 12 einen nicht gasdichten Stoß auf; außerdem kann dieser Kompressionsring 12 eine beliebig gestaltete Lauffläche 28 besitzen.
- Die Hohlkehle 24 am vorletzten Kompressionsring 10 kann (falls diese anstelle der Außenfase 23 vorhanden ist), wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig.2 gezeigt, eine konkave Ringfläche aufweisen oder aus rechtwinklig oder stumpfwinklig zueinanderstehenden Ringflächen bestehen.
- Schließlich kann, wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig.2 gezeigt, im Bereich der unterhalb des untersten Kompressionsringes 8 angeordneten Aussparung 25 in den Kolben eine Ringnut 29 eingedreht und in dieser ein an die Zylinderlauffläche 1 angedrückter Ölabstreifring 30 eingesetzt sein.
- Durch die erfindungsgemäße spezielle Ausbildung des Kolbens und spezielle Kolbenringbestückung desselben ist eine Entlastung des brennraum nächsten Kompressionsringes und gleichzeitig eine gezielte Belastung der diesem zum Triebwerksraum hin nachfolgenden Kompressionsringe erzielbar. Ein Durchströmen von Abgas aus dem Brennraum in Richtung Triebwerksraum ist damit weitestgehend unterbunden. Die im Bereich der Kompressionsringe zwischen denselben gegebenen Gasaufnahmevervolumina werden außerdem durch Spül- bzw. Ladeluft aufgefüllt und entleert; die Kompressionsringe und Ringstege bleiben deshalb sauber und verlacken nicht. Außerdem heizen sich die Stöße der Kompressionsringe weniger auf. Versuche haben gezeigt, daß an einem nach der Erfindung

gestalteten und bestückten Kolben gegenüber einem Kolben mit Normalringbestückung, bei der der brennraum-
nächste Kolbenring einen gasdichten Stoß aufweist, der
brennraumnächste Kompressionsring mit wesentlich gerin-
5 gerem wirksamen Gasdruck an die Zylinderlauffläche
angepreßt wird, gleichzeitig aber die zum Triebwerks-
raum hin folgenden Kompressionsringe vergleichsweise
stärker beaufschlagt werden, wobei der hinter diesen
Kompressionsringen in Radialrichtung wirksame Gasdruck
10 etwa den 2- bis 3fachen Wert annehmen kann. Die daraus
resultierende radiale Anpreßkraft erhöht sich zusätz-
lich noch um bis zu etwa 40% durch das Vorsehen einer
Außenfase an den Kompressionsringen. Dies ist jedoch
nur möglich geworden, weil erst der zum Triebwerksraum
15 hin unterste Kompressionsring einen gasdichten Stoß be-
sitzt. Es ist damit in Verbindung mit einer Optimierung
der Gasaufnahmevervolumen zwischen den einzelnen Kom-
pressionsringen eine Druckverteilung erzielbar, die eine
ausgezeichnete Stabilisierung derselben in ihren Ring-
20 nuten bewirkt. Im gesamten Arbeitstakt werden alle,
also auch die unterhalb des brennraumnächsten angeord-
neten Kompressionsringe stabil auf die jeweils untere
Ringnutflanke gepreßt, was wiederum eine gute Anpres-
sung der Ringlaufflächen an die Zylinderlauffläche
25 und damit eine optimale Ölabstreifwirkung im gesamten
Arbeitshub des Kolbens sicherstellt, mit der Folge,
daß eine große Menge relativ sauberen Schmieröls von
der Zylinderlauffläche abgezogen und in Richtung Trieb-
werksraum gefördert werden kann. Andererseits ist
30 infolge der Phasenverschiebung der Druckbeaufschlagung
der einzelnen Kompressionsringe von oben nach unten
und richtige Wahl der einzelnen Gasaufnahmevervolumina
 V_2 , $V_{2/1}$, $V_{2/2}$ und insbesondere V_3 gewährleistet, daß
beim Ausschietakt des Kolbens eine Gasströmung
35 innerhalb des erfindungsgemäßen Kolbenringpaketes von

5 unten in Richtung Brennraum stattfinden kann. Diese Strömung bewirkt, daß Schmutzpartikel, die im an der Zylinderlaufläche noch haftenden Schmierölfilm eingelagert sind, mit letzterem in Richtung Brennraum befördert werden.

10 Aus all diesem wird deutlich, daß sich mit einem nach der Erfindung gebauten Kolben der Ölverbrauch reduzieren läßt. Das Reinhalten und Regenerieren des Schmieröls ist auch bei sehr schlechten Brennstoffqualitäten auf einfache Weise möglich.

Fig. 1

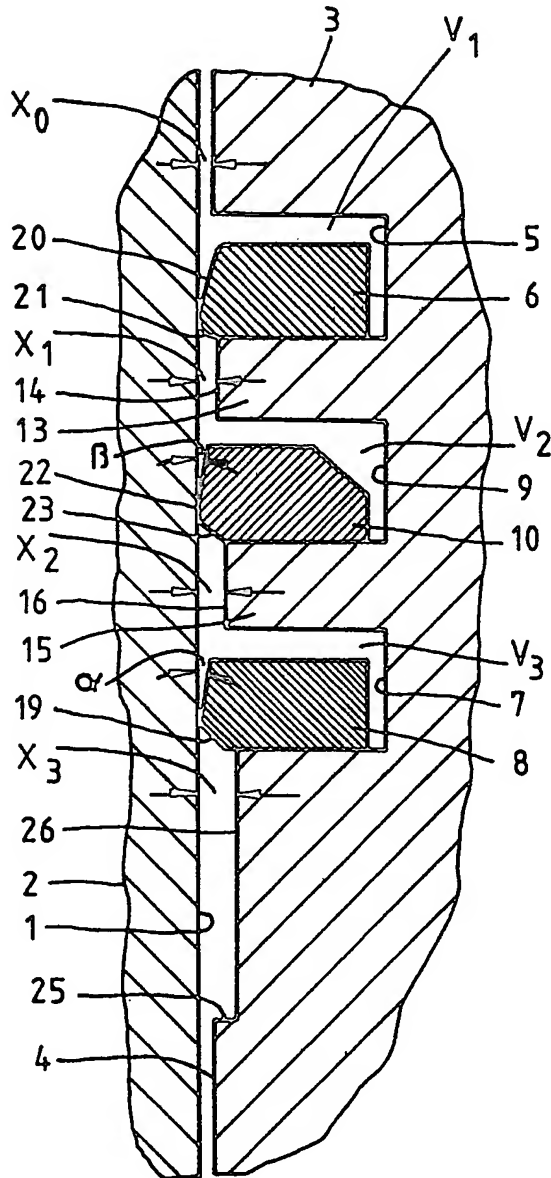
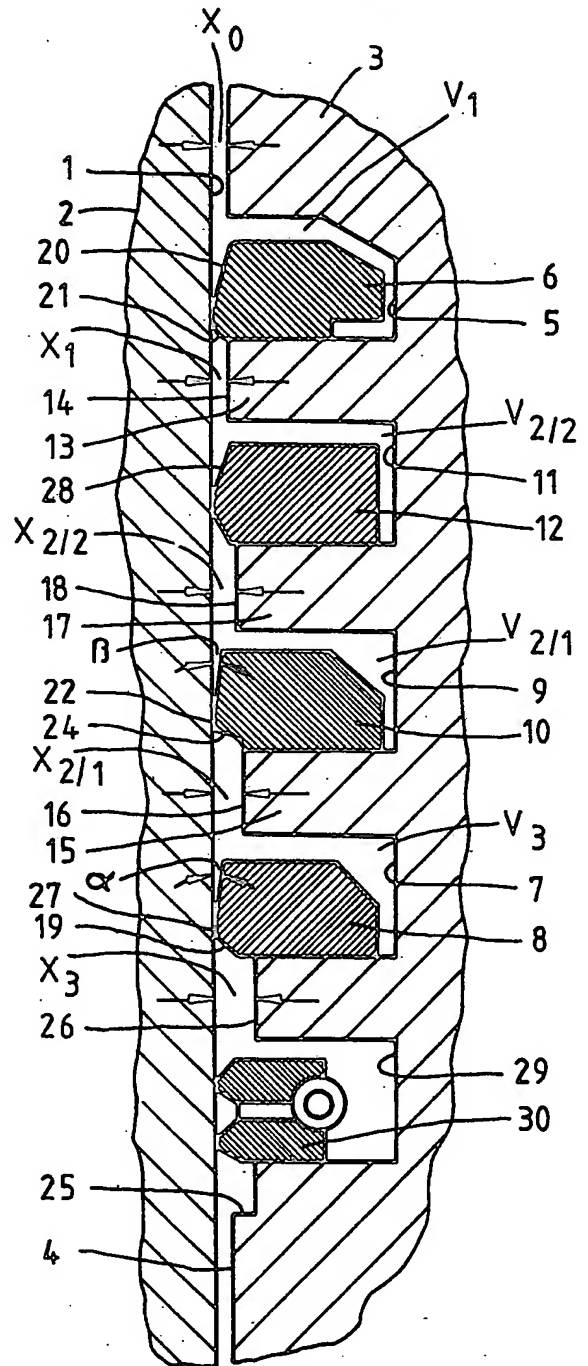


Fig. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.